様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 25 年 6 月 3 日現在

機関番号：１２６１２
研究種目：基盤研究（Ｂ）
研究期間：2010 年度～2012 年度
課題番号：22310091
研究課題名（和文）
グレイゾーンでの判断能力向上を目指したリスクマネジメント論の体系化
研究課題名（英文）
Risk Management realizing adequate judgments at the gray zone
研究代表者
田中　健次（TANAKA KENJI）
電気通信大学・大学院情報システム学研究科・教授
研究者番号：60197415

研究成果の概要（和文）：多くの事故は，安全と危険との狭間に存在するグレイゾーンで発生している．そこで本研究では，このグレイゾーンに着目し，そこでの的確な判断を導くための情報提供方法，さらにはそこでの学習のあり方を追究し，新しい視点でのリスクマネジメント論の体系化を目指した．製品設計やシステム設計，作業マネジメント，リスク・コミュニケーションの３つの分野に適用しえる，共通の枠組みを構成することを狙ったものである

研究成果の概要（英文）：Not a few accidents occur at a gray zone between safety and danger. This study proposed a new type of risk management on the based of a gray zone model. Most important task is to determine a kind of information inducing adequate judgments at the gray zone and to design the way of learning. Our target is to propose a common model or framework to perform risk management in the fields of product or system design, process management, and risk communication.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2010 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2012 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総　計	5,300,000	1,590,000	6,890,000

研究分野：複合新領域
科研費の分科・細目：社会・安全システム科学，社会システム工学・安全システム
キーワード：グレイゾーン，リスクマネジメント，製品安全，過信，取扱説明書，警告表示，マニュアル

１．研究開始当初の背景

製品安全，原子力など多くの分野で，安全に対する取り組みが進み，安全性は高まりつつあるが，安全性を脅かす事故はなくならない．製品や自動車関係のリコールは，依然として発生し続けている．しかし，現代社会における安全の課題は，むしろ，危険度の高い製品やシステムに対する高度な技術の追究ではなく，それらの周辺で，状況によって危険になり得るリスクが存在している等の意外な場所でのトラブルの回避にある．

この状況は，従来の安全性工学や信頼性工学の多くが，安全－危険，正常－異常の２値

論理に基づいて体系化されてきたこととも無関係ではない．一般に，安全は危険を回避することで得られると考えられがちだが，現実には，危険回避が必ずしも安全確保にはつながらない．このような考え方に基づき，機械安全の分野では既に，危険検出型では不十分であり，安全確認型システムを標準とする動きが広まっている．製品設計でも，フールプルーフという安全性が確実に保証される構造設計が数多く導入されてきている．

これら二値論理を超える考え方を取り入れて，製品やシステムの安全性を実現する方法については，まだ体系化がなされていないため，技術先行で開発が進んでいる状況である．安全と危険との狭間に存在するグレイゾーンに着目したリスクマネジメントの体系化が望まれると同時に，グレイゾーンでの判断を如何に適切に行い，安全性を獲得するのかは，現代社会の大きな課題と言える．

２．研究の目的

本研究は,，安全と危険との狭間，グレイゾーンで発生したとみなせる多くの事故や不具合に着目し，それらの事故回避のためのリスクマネジメントの方法を提案するものである．多数の失敗事例を集めて分類を試みている失敗学のプロジェクトなどとは異なり，グレイゾーンという概念を導入することで，一つのモデル（枠組み）の中でリスクマネジメントを横断的に眺め，一つの体系としてまとめたい．

本研究では，グレイゾーンで発生する事故を防ぐことを第一の目標として，事故のメカニズムを考察し，適切な判断や設計開発法について考えるが，グレイゾーンを如何に縮小，解消するかという対応のみではなく，むしろ，グレイゾーンを利用して安全なシステムを獲得したり，人の賢い判断を生むための仕組みも検討する．

個々の分野に特化しない分野横断的なモデルと仕組みの中で，グレイゾーンをうまく活用したリスクマネジメントの体系化を追究する．このようなグレイゾーンに着目し，分野横断的なリスクマネジメント論を体系化する試みは，国内はもとより，海外でもみられない．

３．研究の方法

はじめに，様々な事故やトラブルを分析し，グレイゾーンでのトラブル要因を抽出，発生メカニズムを明らかにする．そのために，下記の３つの分野で，安全保証と危険回避のいずれが実行されているかを分析，今後，如何に使い分けることが必要かを考える．さらにグレイゾーンで，ユーザや従事者が適切に判断できるようになるための学習と，必要な情報提供について考える．

それらを基に，多くの分野に適用可能な共通のグレイゾーンモデルを構築し，同一の枠組みの中でリスクマネジメントを進めるための方法を確立，その体系化を試みる．

3つの分野とは,

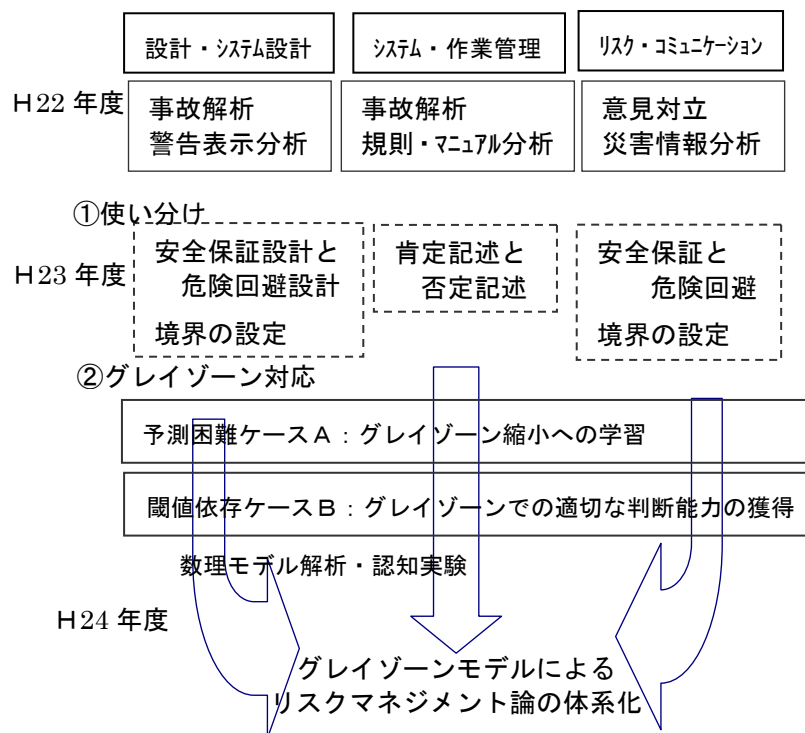
(1)製品設計やシステム設計の分野

設計は安全保証型設計と危険回避型設計とに分類でき，フールプルーフ設計は，グレイゾーンを危険側に解釈した前者の典型例である．フールプルーフのない製品での事故の背景原因はどこにあるのかを探る．

(2)専門従事者が運用するプラントや医療機関での作業標準や規則，作業管理

危険な作業を明示するだけではなく，安全な作業方法を明確に指示しなければ，安全が確保できない場合もある．安全作業を導く肯定記述と，危険な作業を示す否定的警告表示の使い分けは，うまく行われているのか．その失敗で起こる事故はないか．

(3)原子力や災害時のリスク・コミュニケーション分野

安全を強く求める住民側と，危険性の低さを説明する推進側で意見がすれ違うことはよくある．グレイゾーンの存在とその問題点はどこにあるのか．

事故データは，製品評価技術基盤機構(NITE)のDBや, 失敗学データベースなど既存の資料を参考にする.

４．研究成果

安全と危険の間のグレイゾーンを陽に取り入れたモデルを構築し，様々な事故や失敗に関して，３つの分野に分けて，背景要因や警告表示とグレイゾーンとの関連を調査・分析した. はじめに,グレイゾーンモデルを２つのタイプに分け，事前予測が困難な不明瞭領域となる「予測困難ケース」と，閾値の設定に何段階かが存在して生まれる「閾値依存ケース」とに分け，それらを区別して解析した.

(1) 製品・システム設計の観点から

製品事故や多くのシステム事故情報を収集し，「予測困難ケース」と「閾値依存ケース」とに分類，整理した. 特に，使用説明書や警告表示との関連から事故の原因を分析することで, グレイゾーンモデルの有効性が高まった(発表⑮⑯).

製品事故に関しては，製品評価技術基盤機構(NITE)の DB を利用し分析した. 発生予測の難しいグレイゾーンのタイプでの事故が多く，既存製品と新規開拓製品（新製品）においては，トラブルの発生メカニズムが異なり，それらと取扱説明書・警告表示の記述との間に関係が存在することが，明らかになった.

特に新製品の事故は，事前予測の難しい領域でトラブルが発生していた. そこでそれらを，３つの製品群，①延長製品(製品目的が同じ類似の従来製品があり，その製品と使用手順がほぼ同じ：IH コンロなど)，②混合製品（製品目的が同じ類似従来製品があり，その製品とは使用手順が異なる部分がある：圧力鍋など），③新規製品(製品目的が同じ従来製品がない：衣類乾燥機など)，に分類して比較した. どのタイプもコミッションエラーが多いのだが，混合製品では，従来製品と異なる手順でのオミッションエラーや余計な操作が多く，延長製品や新規製品とは異なる状況がみられた.

さらに実際に新製品でトラブルを経験した人への Web アンケートを実施し，それら３群でのトラブル原因と説明書の参考の方法に，違いがあることがわかった. その結果を基に，望ましい取扱説明書や警告表示の記

述方法の比較実験をしたところ，混合製品や新規製品では，手順書(肯定記述)の中に警告表示(否定記述)が示されるタイプが操作を伝えやすく，延長製品では，誤使用の頻度別の警告表示(否定記述)がエラー防止に効果的であることが示唆された．これらの結果は年度末のシンポジウムや，日本品質管理学会研究発表会にて発表した．（文献⑦）

研究分担者の伊藤は，過信と抑止に関して，自動車の運転支援システムでの幾つかの事例を解析し，過信のモデル化を試みた．さらに，ドライビングシミュレータの実験により，システムが信頼性を保証する範囲を超えてユーザが依存(過信)する状況を明らかにし，そのメカニズムについて，海外雑誌に研究発表している．（論文③）

(2) システム管理・作業マネジメントの観点から

想定外事象への対応に焦点を絞り，プラント事故での対応状況を調査した．2011 年 3 月 11 日，東日本大震災による原子力発電所事故が発生したため，緊急時意思決定のあり方に注目した．事前の想定を超える事象への対応では，メタな意思決定（DM）が必要となるため，集中型 DM と分散型 DM，直接型 DM に分類してモデル化，それぞれでのエラー発生の比較結果から，望ましいメタ意思決定層を追究，グレイゾーンへの対応に注目して，時間と共に型を変更し対応することの必要性を指摘した(発表⑧)

医療分野では，人に依存する作業が多く，フールプルーフ構造を取り入れることが難しい環境が多いため，ダブルチェックなどの仕組みが導入されている．グレイゾーンにおけるこれら安全の仕組みの中での思い込み，誤った方法の導入を回避するために，その一例として，多数のダブルチェック方法の効果比較を行い，作業規則のあり方を検討した．少ない多重化で多様性を持たせることの必要性を，データで示すことができた．(発表⑫)

また，連携研究者の稲葉は，モチベーションの観点から規則に違反する行動の要因や対応を明らかにし，国際会議・国内会議で発表している．（発表⑨⑬）

(3) リスク・コミュニケーションの観点から

東日本大震災での原子力発電所事故での国，発電所からの情報発信や報道には，安全基準と危険基準を混同した多くの問題点が見られた．それら基準の混同は，新聞報道にも現れており，様々な事故情報の報道で，重大性とニュース性が必ずしも一致していないことの原因にもなっている（論文②）．情報の安全基準と危険基準の使い分けの解析には時間が必要であることから，研究期間中にまとめることができず，この観点は，今後の課題とした．

(4) 学習効果

ここまでの前半の研究の結果を基に，予測困難ケースと閾値依存ケースのそれぞれにおいて，グレイゾーンでのトラブルを回避するための学習の可能性について検討した．

①事前予測が困難なケースにおける学習

システム設計では，予測の難しさを事象想定の困難さと判断の困難さに分け，前者では，周囲環境条件の見直しやシナリオ分析重視の方法の導入を，後者では，保全・点検のあり方の見直しなどを含め，学習の必要性を明らかにした．（発表③）

システム管理・作業マネジメントの観点では，メタルールに着目，医療関係者のグレイゾーンにおける多様な作業を対象に，短時間の教育で水平展開が可能となる教育方法を比較検討してみた．その結果，ルールを教えることよりも，ルールの背景にある導入理由を「考えさせる」ことで，リスク感覚を育てることが可能になることが示唆され，学内シンポジウムや日本品質管理学会研究発表会にて既に発表した(発表①)．

研究分担者の伊藤は，極端に頻度の少ない稀事象に対する対応をグレイゾーンの側面から考察すると共に，自動車の運転支援システムの実験により，事前警告が人の行動に及ぼす影響について分析，グレイゾーンでの事前の注意喚起が安全操作を誘導する傾向が

あることを見出し，海外雑誌にて発表している(論文①).

②閾値設定に依存するケースの学習

立場の違いによる閾値の差異が問題を生むケースが多く，互いの立場を理解することが最も重要なポイントである．このことは，既に原子力分野で，従来の意見の一致を目標にすることよりも，互いの意見を理解しあうことを目標とするリスク・コミュニケーションとして主張され始めているが，あらゆる分野で通じる考え方である．

連携研究者の稲葉は，グレイゾーンにおける意図的な高リスク行動を抑制する効果的な情報について実験を実施，外部視点からの情報提示が効果的であったことを明らかにし，国内外の学会にて発表した(発表⑤⑥)．

以上のように，フールプルーフ構造を典型とする安全保証型の設計は，効果は高いが，受け身の安全であるため，知識を前提とせず，危険度の高い場合に限って利用すべきものと思われる．一方の，危険回避を確実に行う中で，グレイゾーンにて様々な学習を進めるタイプは，多様な状況への適用性も高く，能動的な意味で望ましい安全獲得方法であると考えられる．

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 3 件）

① Itoh, M, Abe, G., Yamamura, T:“Effects of arousing attention on distracted driver’s following behaviour under uncertainty”, *Cognition, Technology, and Work*, 査読有, 印刷中 (2013).
DOI：10.1007/s10111-013-0264-9

② 坂東幸一，田中健次:「新聞報道は事故をどう報じているかー金融情報システム事故を例にとって」日本信頼性学会誌「信頼性」, 査読無, Vol.34, No.6, pp.416-423 (2012).
【日本信頼性学会 2012 年度優秀記事コラム賞受賞】

③ Itoh, M.:“Toward Overtrust-Free Advanced Driver Assistance Systems”, *Cognition, Technology, and Work*, 査読有, Vol.14, pp.51-60 (2012).
DOI：10.1007/s10111-011-0195-2

〔学会発表〕（計 24 件）

① 蘇山顕央，田中健次，稲葉 緑：「医療現場でのメタルールを利用した業務横断的な教育に関する研究」，日本品質管理学会第 101 回研究発表会要旨集 pp.167－170 (2013.5)

② 田中健次：「安全対策の落とし穴～仕組みと仕掛け～」，日本医療機能評価機構平成 24 年度患者安全推進全体フォーラム(基調講演) (2013.3)

③ 田中健次：「グレイゾーンにおける判断能力の向上を目指した学習」，電通大 IS シンポジウム第 17 回「信頼性とシステム安全学」pp.68-71 (2013.2)

④ 伊藤 誠：「稀事象に対するリスクマネジメントへのグレイゾーン学的考察」，電通大 IS シンポジウム第 17 回「信頼性とシステム安全学」pp.62-67 (2013.2)

⑤ Inaba, M.：”Investigation of impacts of messages on intentional risky behaviors using the motivational model on pro-social behaviors”, *Society of Judgment and Decision Making, 33rd Annual Conference*, Minneapolis, USA (2012.11).

⑥ 稲葉 緑：意図的な危険行為の抑制を目的としたメッセージの効果比較 ードライビングシミュレータを使った実験的検討ー，日本心理学会第 76 回大会予稿集 (2012.9).

⑦ 菊池卓弥，稲葉 緑，田中健次:「新製品における誤使用の分析と警告表示のあり方」日本品質管理学会第98回研究発表会要旨集, pp105−108 (2012.5).

⑧ 田中健次：「グレイゾーンでのメタ意思決定のあり方についてー福島第一原発事故への対応ー」，電通大 IS シンポジウム第 16 回「信頼性とシステム安全学」, pp.14-19 (2012.2)

⑨ 稲葉 緑：「危険行為防止に効果的な警報に関する実験的検討」，電通大 IS シンポジウム第 16 回「信頼性とシステム安全学」,

pp.34-39 (2012.2)

⑩ 伊藤 誠:「グレイゾーンの視点からみたリスク情報のあり方について」, 電通大 IS シンポジウム第 16 回「信頼性とシステム安全学」, pp.8-13 (2012.2)

⑪ 伊藤　誠, 田中健次:「グレイゾーン学から見たリスク情報のあり方について」, 第 7 回メディア情報検証学術研究会講演論文集 (2011.11).

⑫ 稲葉 緑, 伊地知蘭美, 田中健次 :「医療事故防止のためのダブルチェックに関する比較研究」, 医療の質・安全学会第 6 回学術集会 ,pp.179 (2011.11)

⑬ Inaba, M.:"Research on Motivational Factors of Violations Using a Questionnaire", *Society for Judgment of Decision Making 32th Annual Conference*, Seattle, USA (2011.11)

⑭ 田中健次:「回避すべきヒューマンエラーと歓迎すべきヒューマンエラー」, 日本品質管理学会第 19 回ヤング･サマー･セミナー (招待講演), (2011.9)

⑮ 田中健次:「安全保証と危険回避の使い分けに関する一考察　～使用説明書と警告表示のあり方～」第41回信頼性・保全性シンポジウム発表報文集, 日科技連, pp.373-378 (2011.7). 【第41回信頼性・保全性シンポジウム特別賞受賞】

⑯ 田中健次 :「グレイゾーンでの判断能力向上を目指したリスクマネジメント論」, 電通大 IS シンポジウム第 15 回「信頼性とシステム安全学」pp.54-57 (2011.2)

⑰ 伊藤 誠 :「グレイゾーンの視点から見たシステムへの過信とその抑止」, 電通大 IS シンポジウム第 15 回「信頼性とシステム安全学」pp.58-63 (2011.2)

⑱ 田中健次:「思い込み「~のはず」に潜む安全対策の落とし穴」, 医療の質・安全学会学術講演会 教育講演(招待講演), (2010.11)

⑲ Tanaka, K., Fukushima,S., Morita, K., Sekine, M.:" Warning System for Avoiding Collisions at Intersection", *11th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems*, Valencienne, France (2010.9)

⑳ Itoh, M.:"Toward "over-trust"-free advanced driver assistance systems", *11th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems*, Valencienne, France (2010.9)

６．研究組織

(1)研究代表者
田中 健次 (TANAKA KENJI)
電気通信大学・大学院情報システム学研究科・教授
研究者番号：60197415

(2)研究分担者
伊藤　誠 (ITOH MAKOTO)
筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授
研究者番号：00282343

(3)連携研究者
稲葉　緑 (INABA MIDORI)
電気通信大学・大学院情報システム学研究科・助教
研究者番号：80419093

橋本廸生 (HASHIMOTO MICHIO)
横浜市立大学・大学病院・教授
研究者番号：00134528